

Universidad Católica del Trópico Seco
“Pbro. Francisco Luis Espinoza Pineda”



Informe final de tesis para optar al título profesional de Ingeniero
Agropecuario

Efecto de micorrizas como complemento a la fertilización fosfórica
en el cultivo de *Zea mays* L., en Quilalí, Nueva Segovia, 2017

Autores

Br. Jesús Ireneo Úbeda Aguilar

Br. Katherine María Vallecillo Alanís

Tutor

Ing. Harlin Demetrio García Cruz

Asesor

Ing. Mario José Peralta Rivera

Estelí, noviembre 2020

Esta tesis fue aceptada en su presente forma por el Departamento de Investigación de la Facultad de Ciencias Agropecuarias (FCA) de la Universidad Católica del Trópico Seco (UCATSE), y aprobada por el Honorable Sínoo Evaluador nombrado para tal efecto, como requisito parcial para optar al título profesional de: INGENIERO AGROPECUARIO

Tutor

Ing. Harlin Demetrio García Cruz

Sínoo Evaluador

M.Sc. Trinidad Germán Reyes Barreda.

Ing. Albert William Hernández Hernández.

Msc. Pablo Antonio Alfaro Dávila

INDICE

Contenido	Página
INDICE DE FIGURAS.....	ii
INDICE DE TABLAS.....	iii
ÍNDICE DE ANEXOS	iv
DEDICATORIA.....	v
AGRADECIMIENTO	vii
RESUMEN.....	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. OBJETIVOS.....	3
III. HIPÓTESIS	4
IV. MARCO TEORICO	5
4.1. Descripción botánica del cultivo de maíz (<i>Zea mays L.</i>).....	5
4.2. Crecimiento y fases de desarrollo del cultivo de maíz (<i>Zea mays L.</i>).....	5
4.3. Características agronómicas de la variedad NB-9043	6
4.4. Condiciones de suelo y clima	7
4.5. Fertilización	7
4.6. Importancia agronómica de las micorrizas	8
4.7. Características generales de las micorrizas arbusculares (MA).....	8
4.8. Supervivencia de la micorriza arbuscular.....	9
4.9. Las micorrizas y su relación con el fosforo	10
4.10. Transporte del fosfato.....	11
V. MATERIALES Y MÉTODOS	12
5.1. Ubicación.....	12
5.2. Población y muestra.....	12
5.3. Matriz de conceptualización de las variables en estudio.....	13
5.4. Definición de variables con su operacionalización.....	14
5.5. Manejo del ensayo.....	16
VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	17
VII. CONCLUSIONES.....	30
VIII. RECOMENDACIONES	31
IX. BIBLIOGRAFIA	32
X. ANEXOS.....	34

INDICE DE FIGURAS

Contenido	Página
Figura 1. Plantas cosechadas	18
Figura 2. Mazorcas cosechadas	19
Figura 3. Altura de la planta	22
Figura 4. Humedad del grano	23
Figura 5. Granos por hileras	24
Figura 6. Peso de 100 granos	25

INDICE DE TABLAS

Contenido	Página
Tabla 1. Variables.....	13
Tabla 2. Distribución de los tratamientos de ensayo	16
Tabla 3. Número de mazorcas cosechadas.....	20
Tabla 4. Prueba de Kruskal Wallis para la variable Rendimiento (kg)	26
Tabla 5. Rendimiento por hectárea (libras).....	27
Tabla 6. Costo por tratamiento	28
Tabla 7. Relación Beneficio Costo	29

ÍNDICE DE ANEXOS

Contenido	Página
Anexo 1. Modelo del diseño experimental (BCA)	34
Anexo 2. Presupuesto	35
Anexo 3. Análisis de suelo	37
Anexo 4. Plantas iniciales.....	38
Anexo 5. Altura de Planta	39
Anexo 6. Mazorcas cosechadas	40
Anexo 7. Mazorcas cosechadas	41
Anexo 8. Granos por hilera.....	42
Anexo 9. Peso de cien granos	43
Anexo 10. Humedad de cien granos	44
Anexo 11. Hoja de campo para control del ensayo	45

DEDICATORIA

A Dios

En especial, por ser nuestro padre celestial por brindarnos salud y sabiduría para culminar este trabajo y poder lograr nuestros objetivos, además de su infinita bondad, salud y amor.

A nuestros padres

A mi madre Marina Antonia Aguilar por ser el pilar fundamental en todo lo que hasta el día de hoy he llegado a ser, por todo el apoyo tanto académica, como de la vida, por su incondicionalidad y poder culminar mis estudios durante todo este tiempo.

A nuestros maestros

Por su gran apoyo y motivación para la culminación de nuestros estudios profesionales y tiempo compartido para impulsar el desarrollo de nuestra formación profesional.

Jesús Ireneo Úbeda Aguilar

DEDICATORIA

A Dios

Por su infinita bondad y amor para con nosotros, por la sabiduría y salud que nos brinda para alcanzar nuestras metas día a día

A nuestros padres

A madre Maritza Alaniz Picado por haber sido pilar fundamental para el cumplimiento de este proyecto de vida, por su apoyo incondicional para poder lograr esta meta y llegar a ser una profesional de éxito.

A nuestros maestros

Por su gran apoyo y acompañamiento durante la culminación de nuestros estudios profesionales y tiempo compartido para impulsar el desarrollo de nuestra formación ética y profesional.

Katherine María Vallecillo

AGRADECIMIENTOS

Agradezco primeramente a Dios por los dones de su gracia y misericordia para conmigo permitiéndome culminar con éxito mis estudios profesionales.

A todos los maestros y colaboradores de UCATSE que de una u otra forma compartieron conmigo sus sabios conocimientos durante el curso de mi formación profesional dentro y fuera de esta alma mater.

Al productor Santos Hilario García que muy gentilmente proporciono su parcela para el establecimiento del ensayo.

A nuestro tutor Ing. Harlin Demetrio García Cruz por su valida ayuda para llevar a cabo nuestra investigación.

A mi esposo Norlan Eliud Fuentes amigos y familiares por acompañarme y darme palabras de ánimo y fortaleza en momentos difíciles durante este proceso de formación académica y personal.

Katherine María Vallecillo Alaniz

AGRADECIMIENTO

Le agradezco primeramente a Dios por habernos acompañado y guiado a lo largo de nuestra carrera, por ser nuestra fortaleza en los momentos de debilidad y por brindarnos una vida llena de aprendizajes, experiencias y sobre todo felicidad.

A mi familia y amigos todos los que de una u otra formas dieron ánimos y apoyo moral para salir adelante hasta poder llegar a la meta, que no fue fácil, pero se logró.

Agradecemos también a la Universidad Católica del trópico seco por habernos acogido durante este largo periodo y darnos la oportunidad de poder llegar a ser unos profesionales de bien y seguirnos inculcando valores tanto personales como católicos, por habernos aceptado ser parte de ella y abierto las puertas para poder estudiar nuestra carrera profesional, así como también a los diferentes docentes que nos brindaron sus conocimientos y su apoyo para seguir adelante día a día.

Y para finalizar, también agradecemos a nuestro Tutor de Tesis el Harlin Demetrio García Cruz por habernos brindado la oportunidad de recurrir a su capacidad y conocimiento, así como también habernos tenido toda la paciencia del mundo para guiarnos durante todo el desarrollo de la tesis.

Jesús Ireneo Úbeda Aguilar

RESUMEN

El estudio de la efectividad de las micorrizas como complemento a la fertilización fosfórica en diferentes dosis aplicadas al cultivo de maíz (*Zea mays L.*) variedad NB 9043, durante la época de postrera del 2017, se llevó a cabo en Quilalí Nueva Segovia; en la comunidad de Panalí parcela de investigación e innovación tecnológica propiedad del señor Santos Hilario García. La unidad experimental constó de 320.10 m² con un arreglo espacial de 0.7 m por 0.25 m entre bloque. La parcela útil estuvo compuesta de 16 bloques de 44 plantas cada uno para un total de 704 plantas, las variables evaluadas fueron, altura de la planta, peso de cien granos, rendimiento, plantas y mazorcas cosechadas, granos por hilera y registro de costos, los tratamientos evaluados fueron UREA 129.07 kg/ha + Micorrizas, UREA 129.07 kg/ha + 12-30-10 64.53 kg/ha + Micorrizas, UREA 129.07 kg/ha + 12-30-10 129.07kg/ha + Micorrizas, UREA 129.07 kg/ha, UREA 129.07 kg/ha + 12-30-10 64.53 kg/ha, UREA 129.07 kg/ha + 12-30-10 129.07 kg/ha (Testigo). La principal dificultad en el cultivo de maíz (*Zea mays L.*) son los bajos rendimientos productivos, debido a la deficiente fertilización, ya que principalmente se siembra como cultivo de subsistencia en manos de productores de bajos recursos económicos, sumado a eso suelos poco fértiles, que impiden el desarrollo potencial del cultivo por ende es necesario el uso de tecnologías amigables con el medio ambiente como la inoculación micorrizica con el fin obtener mejores rendimientos del cultivo que permitan disminuir los costos de producción. Las micorrizas tienen efecto sobre el rendimiento donde el tratamiento 3 (UREA 129.07 kg/ha + 12-30-10 129.07 kg/ha + Micorrizas) obtuvo el mejor rendimiento, de igual manera es el que presenta mejor beneficio costo en relación a los demás tratamientos con 0.43 centavos de utilidad generada.

Palabras claves: Inoculación micorriza, Fertilización fosfórica, Rendimiento, Análisis económico

I. INTRODUCCIÓN

El Instituto Nacional de información de Desarrollo y el Ministerio Agropecuario y Forestal dictan que en el ciclo agrícola 2010-2011 en Nicaragua se reportan 441,001.05 mz de maíz sembradas, en 166,567 explotaciones agropecuarias (INIDE y MAGFOR, 2012).

El cultivo de maíz es de gran importancia para las familias nicaraguenses, representa la principal fuente de carbohidratos de la dieta aliementicia, generando utilidades que dinamizan la economía de las familias aumentando el poder adquisitivo y por ende la capacidad de obtener otros alimentos importantes dentro de la canasta básica (Albrecht, 1981).

Las micorrizas arbusculares (MA, *Phylum Glomerulomycota*) son asociaciones simbióticas mutualistas existentes entre ciertos hongos del suelo y las raíces de las plantas superiores. Los hongos se benefician con el suministro de fuentes carbonadas provenientes de la planta y esta se beneficia por la mayor exploración del suelo, lo que aumenta la capacidad de absorción de agua, nutrientes minerales y el crecimiento y desarrollo de las plantas (Martin, 2015).

Las relaciones micorrícicas pueden ser la clave para disminuir la cantidad de fertilizantes (especialmente fosfatos) que debe aplicarse para obtener buenos rendimientos; en los suelos con altos contenidos de fósforo. La inoculación con micorrizas incrementa el crecimiento y el establecimiento temprano de los cultivos (Martin, 2015).

El uso de fertilizante químicos tienen como consecuencia directa la acidificación, contaminación y el deterioro constante de los suelos. “Debido a los efectos negativos que han causado los fertilizantes químicos en el deterioro del medio ambiente, se trabaja, desde hace algunas décadas, en la introducción de alternativas de fertilización en el manejo de los cultivos. La micorrización es una de las técnicas biológicas empleadas en muchos de ellos” (Noda Y. , 2009)

La mayoría de estudios realizados sobre la asociación de micorrizas arbusculares (MA, *Phylum glomerulomycota*), más plantas se han realizado en cereales y pastos, los resultados obtenidos han demostrado incremento en peso seco total, concentración de nitrógeno en follaje y en grano, número total de espigas, espigas fértiles y mazorcas, una floración y aparición de espigas más tempranas, incrementando el número de espigas y granos por espigas, plantas más grandes e incrementos en el tamaño de la hoja y tasas de germinación más altas. (Albrecht, 1981).

El fin de esta investigación es evaluar y dar a conocer el efecto que tiene las micorrizas como complemento a diferentes dosis de fósforo en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.) para contribuir los sistemas de producción en el campo, tomando en cuenta variedades, ciclos de cosecha, estaciones climáticas y fertilizaciones. Con dicha investigación se busca beneficiar grandes, medianos y pequeños productores, con el fin de que esta investigación represente una herramienta más de información, que les permita un máximo aprovechamiento de los nutrientes presentes en el suelo, que se traduzca en un mayor rendimiento de cosecha y beneficios-costos.

II. OBJETIVOS

Objetivo general

Evaluar la efectividad de las micorrizas como complemento a la fertilización fosforica en diferentes dosis aplicadas al cultivo de maíz (*Zea mays L.*) variedad NB 9043.

Objetivos Específicos

Determinar el efecto de las micorrizas como complemento a la fertilización fosforica sobre las variables productivas del cultivo de *Zea mays L.*

Describir el efecto de micorrizas como complemento a la fertilización fosforica sobre las variables vegetativas del cultivo de maíz *Zea mays L.*

Analizar el resultado económico de la implementación de micorrizas en complementariedad a diferentes niveles de fertilización fosforica aplicada en el cultivo de maíz *Zea mays L.*

III. HIPÓTESIS

La adición de micorrizas como complemento en un determinado nivel de fertilización fosfórica en el cultivo de maíz (*Zea mays L.*) variedad NB 9043, aumenta significativamente la productividad, presentando una ventaja económica que en relación al testigo.

IV. MARCO TEORICO

4.1. Descripción botánica del cultivo de maíz (*Zea mays L.*)

El maíz (*Zea mays L.*) es una gramínea anual, robusta, de crecimiento determinado, de 1 a 5 m de altura, un solo tallo dominante, puede producir hijos fértiles, sus hojas alternas son pubescentes en la parte superior y glabra (sin pelos o bellos, hojas lisas) en la parte inferior. (INTA, 2010)

Pertenece a la familia de las gramíneas (Poaceae) Tribu Mayda, con dos géneros: *Zea* ($2n=20$) y *Tripsacum* ($2n=36$). El género *Zea* tiene además de la especie *Z. mays* (maíz común), cuatro especies conocidas como Teosintes (*Z. mexicana*, *Z. luxurians*, *Z. diploperennis* y *Z. perennis*) es una planta monoica (produce flores masculinas y femeninas en distintos órganos de la planta), con flores femeninas en mazorcas laterales, flores masculinas que surgen de uno a dos días antes de la floración femenina. De polinización libre y cruzada, con gran producción de polen (25 a 30 mil granos por óvulos); granos en hileras incrustados en la tusa; mazorcas cubiertas por hojas; granos de tipo cariopsis (no tiene membrana); metabolismo fotosintético (radiación solar) tipo C4 (INTA, 2010).

4.2. Crecimiento y fases de desarrollo del cultivo de maíz (*Zea mays L.*)

En los puntos de germinación, iniciación floral, floración y madurez fisiológica se delinean diferentes fases, la duración de estas fases depende del genotipo y la temperatura.

Fase vegetativa: Las semillas germinan y se forman las plántulas; se expande el follaje y se inicia la capacidad fotosintética del cultivo, la cual controla la producción de biomasa y está correlacionada con el tamaño final de la mazorca, que ocupa el 40% del peso total.

Fase reproductiva: El período va de uno o dos días, entre la emisión de polen y la salida de los estigmas en la floración, ambos aspectos hacen que la polinización y la producción de polen sea sensitiva al estrés ambiental.

Fase de llenado de grano: Comienza después de la polinización y determina el peso final del grano de la mazorca. El peso del grano está relacionado con la duración y la cantidad de radiación interceptada, durante esta fase y es afectada por falta de agua. La fase de llenado de grano tiene tres fases:

- Fase de arresto que dura de 12 a 20 días, en esta fase el grano se comienza a formar.
- Fase lineal de acumulación de materia seca, tiene una duración de 35 días.
- Fase de acumulación lenta, tiene una duración de 7 a 14 días y concluye con la aparición de la capa negra y la madurez fisiológica. (INTA, 2010).

4.3. Características agronómicas de la variedad NB-9043

Características Agronómicas

Días a flor femenina	54-56
Altura de planta (cm)	220-225
Altura de mazorca (cm)	120-125
Textura de grano	Semi dentado
Color de grano	Blanco
Días a cosecha	110-115
Madurez relativa	Intermedia
Rendimiento comercial (qq/mz)	60 a 65
Densidad poblacional (mil ptas./mz)	38 a 40

El origen de la variedad mejorada NB-9043 proviene de la población Catacamas 9043 y fue introducida por el Programa Regional de Maíz (PRM) y el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) en convenios de colaboración con Nicaragua.

La adaptabilidad del NB-9043 se puede sembrar desde los 200 a > 1,000 m de altura, se adapta a suelos francos, franco arenoso y areno arcilloso, con pendientes de 15 hasta más de 30 %, pH de 6.5 a 7.0, temperaturas < 22 a 29 ° C y precipitaciones de los 1,200 a 2,400 mm.

4.4. Condiciones de suelo y clima

El maíz es una planta de días cortos. El progreso para la floración se retrasa a medida que el fotoperiodo excede un valor crítico mínimo, para la mayoría del germoplasma de maíz, el período crítico se encuentra entre 11 y 14 horas. En el trópico comprendido entre los 0° y 30° de latitud, el fotoperiodo varía de un mínimo y máximo de 11.6 a 14.4 horas a través del año. (INTA, 2010)

Es el cultivo de mayor variabilidad genética y adaptabilidad ambiental. Se siembra en latitudes que oscilan desde los 55° Norte a los 40° Sur y alturas entre 0 y 1,800 metros sobre el nivel del mar. Hay cultivos precoces de 90 días, intermedios de 110 días y tardíos de 120 días. La demanda de agua en el cultivo de maíz es de 500 a 800 mm de lluvia, bien distribuidos para un crecimiento normal. (INTA, 2010).

La reducción del rendimiento del grano en los primeros 30 días depende de diferentes variables, germinación y humedad superficial del suelo. Las etapas críticas del cultivo de maíz van de la floración masculina a la etapa de grano lechoso (R2). En esta etapa, el grano se puede perder por marchitamiento de la planta y falta de agua hasta en 50% del potencial de rendimiento (INTA, 2010).

Los suelos más apropiados son los francos, con buen drenaje, pH de 6.5 y en zonas lluviosas los suelos francos arenosos por su alta capacidad de drenaje. En zonas de poca precipitación es preferible sembrar los suelos arcillosos por su alta capacidad de retener humedad. (INTA, 2010)

4.5. Fertilización

Al momento de la siembra se recomienda realizar fertilización completa con 12–30–10 a razón de (2qq/mz) mezclados con productos autorizados para control de plagas de suelo. El fertilizante tiene que ser depositado al fondo del surco. De los 35 a 40 días después de la siembra se debe efectuar una fertilización nitrogenada con urea 46% de forma fraccionada de 2 qq/mz.

En siembras al espeque, la fertilización se realiza con 2 quintales de fertilizante completo al momento de la siembra y un quintal de urea 46% treinta días después de la siembra. Si usa compost aplicar entre 20 a 30 qq/mz. El fertilizante tiene que ser incorporado, no debe quedar destapada. (INTA, 2010)

4.6. Importancia agronómica de las micorrizas

La palabra micorriza significa hongos (“*mico*”) de las raíces (“*rizas*”). Este término fue utilizado por primera vez en el año 1800 para nombrar a los hongos que hacían simbiosis con la raíz de las plantas superiores. (Peterson R.L, 2004)

Actualmente el uso de microorganismos benéficos en la agricultura juega un papel importante para la sostenibilidad de los ecosistemas; es así como la agricultura moderna ha ido incrementando el uso de microorganismos benéficos, tales como: bacterias promotoras de crecimiento vegetal, bacterias fijadoras de nitrógeno, microorganismos solubilizadores de fosfato y hongos micorrizicos arbusculares (MA). (INTA, 2010)

4.7. Características generales de las micorrizas arbusculares (MA)

Esta simbiosis ha incrementado su interés, como insumo microbiológico en la agricultura moderna pues facilita la captación de fosforo, un nutriente limitante en la mayoría de los suelos, además de proporcionar otros beneficios para la planta como la tolerancia a situaciones de estrés, estabilidad de los agregados del suelo, captación de metales pesados entre otros de tal manera que el hongo heterótrofo se beneficia de los sustratos carbonados procedentes de la fotosíntesis y del nicho ecológico protegido que encuentra dentro de la raíz. Los hongos micorrizicos arbusculares constituyen un insumo importante de la diversidad biológica del suelo (Azcon, 1992).

Los hongos denominados micorriza arbuscular (MA) son talvez las asociaciones más comunes que se establecen con la mayoría de las especies de plantas y probablemente son en cantidad las más importantes (Azcon, 1992).

4.8. Supervivencia de la micorriza arbuscular

Diversos factores pueden afectar el desarrollo, actividad y supervivencia de la micorriza arbuscular. Dentro de los más importantes, se encuentran las prácticas culturales agrícolas, particularmente la adición de fertilizantes, aplicaciones de pesticidas y rotaciones de cultivos, de igual forma los factores medioambientales son determinantes. (Gianinazzi, 1994)

Las prácticas agrícolas, tales como la aplicación de fertilizantes, la rotación de cultivos, la labranza y abono con cal afectan los niveles de la colonización de las raíces y el potencial de (MA) en campo. Por ejemplo, se ha encontrado que los altos niveles de la fertilización con fósforo bajan o inhiben la eficiencia de la micorriza en cultivos de soya (Ezawa T, 2000).

La dependencia de las micorrizas está relacionada a la forma de las raíces de la planta, las plantas con raíces más finas y numerosos pelos radicales son menos dependientes de las micorrizas que aquellas con sistema radical notablemente más grueso.

Igualmente, los cambios en la fertilidad del suelo, debido a correcciones con fertilizantes minerales o materia orgánica, pueden afectar marcadamente la actividad de la población micorrizica del suelo, en términos de la cantidad de raíz colonizada y el número de esporas producidas (Hayman, 1987).

Generalmente, una alta fertilización química con N, P y K en forma completa al suelo, conducen a una colonización mínima por parte de la micorriza arbuscular, a tal grado que difícilmente se encontrarán asociaciones simbióticas en suelos cultivados intensivamente, en donde la (MA) tiende a extinguirse (Gianinazzi, 1994) .

La fertilización química aplicada puede disminuirse de un 50 a 80%, ya que la MA mejora la absorción de nutrientes del suelo. Del 40 al 50% de los fertilizantes químicos aplicados se lixivian, contaminando suelos, ríos, arroyos, mantos freáticos y la atmósfera (Plenchette C, 1983).

4.9. Las micorrizas y su relación con el fosforo

El principal papel de la micorriza arbuscular es proveer las necesidades de fósforo a la planta, debido a que este elemento es extremadamente inmóvil en el suelo. Aun si el fósforo se adiciona en forma soluble al suelo, este terminará por inmovilizarse como fósforo inorgánico, fosfato cálcico, o cualquier otra forma fijada. El nivel de P en la solución del suelo está relacionado con la colonización radicular por las (MA), al haber un bajo nivel de fosforo hay un bajo nivel de fosfolípidos a la membrana vegetal que conduce a una mayor exudación radicular, lo cual trae como consecuencia una estimulación en la colonización del endófito. (Hayman, 1987)

Las formas existentes del fósforo en el suelo, son poco solubles en el agua y por ello su concentración es muy pequeña, en la solución del suelo (0,03 mg litro⁻¹). Entre 95 y 99% del fósforo del suelo no está disponible para las plantas; esto incluye las formas orgánicas y mineral insoluble. La adición de cantidades bajas de fertilizante fosfatado es compatible, e incluso beneficia la simbiosis con la (MA) ya que estimula el crecimiento de la planta, pero al incrementar la dosis se comienza a interferir la formación de la simbiosis, llegándose incluso a la inhibición de la colonización. (Hayman, 1987)

4.10. Transporte del fosfato

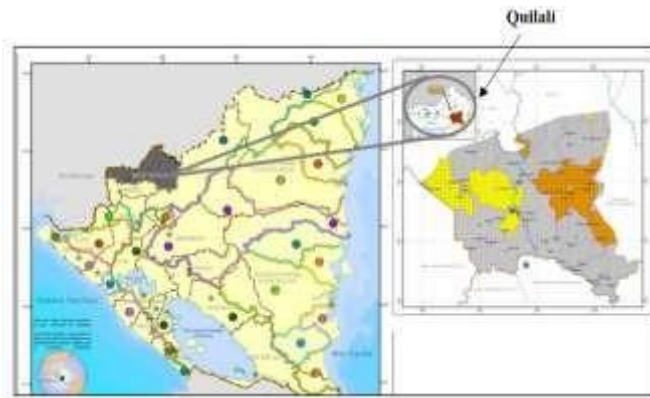
El transporte del fosfato, desde la solución del suelo hacia la planta, se presenta en tres fases:

1. El fosfato es captado por las hifas, externas de la planta, unas 1 000 veces más rápido, que por la difusión mediante de la solución del suelo.
2. Posteriormente, el fosfato es trasladado a través de las hifas intrarradicales.
3. Finalmente, se da la transferencia al citoplasma o es acumulado en las vacuolas, en forma de gránulos de polifosfato, el cual es impulsado a través del lumen de las hifas, por corrientes citoplasmáticas hacia los arbusculos en donde la polifosfato es degradado y el ion fosforo es transferido a la célula hospedadora (Le Tacon, 1985).

Las micorrizas facilitan la absorción de los elementos menos solubles y móviles como: fósforo, amonio, potasio, cobre, fierro y zinc. Para la formación de los gránulos de polifosfatos participan las polifosfatoquinasas específicas situadas en las hifas externas, mientras que en la degradación de dichos gránulos intervienen, las fosfatasas alcalinas. (Subraman KS, 1998).

V. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1. Ubicación



El ensayo se realizó durante la época de postera del 2017, en el municipio de Quilalí, Departamento de Nueva Segovia; en la comunidad de Panalí, en la Finca de investigación e innovación Tecnológica del productor Santos Hilario García.

Figura 1. Mapa de ubicación del área de estudio

El municipio de Quilalí se localiza entre las coordenadas $13^{\circ} 34'$ latitud norte y $86^{\circ} 01'$ longitud oeste, a una altura de 400-1269 msnm, el clima es catalogado como sabana tropical de altura, con una temperatura entre los 22° y 26° y una precipitación anual de 1000-1500 mm aproximadamente. (INIDE, 2017)

5.2. Población y muestra

La parcela o unidad experimental constó de 320.10 m^2 con un arreglo espacial de 0.7 m por 0.25m entre bloque. La parcela útil constara de 16 bloques para un total de 704 planta, cada bloque estuvo compuesto de 44 planta.

Al momento de realizar la recolección de datos tomando en cuenta las variables a medir se muestrearon 10 plantas por unidad experimental para un total de 160 plantas muestreadas.

5.3. Matriz de conceptualización de las variables en estudio

Tabla 1. Variables

Variable	Definición conceptual	Medidas de Expresión	Instrumento
Número de plantas Iniciales	Consistió en contabilizar el número de plantas emergidas por unidad experimental.	Unidad	Hoja de campo
Altura de la planta	Se midieron 5 plantas por unidad experimental y se tomara como medida el promedio.	Centímetros	Cinta métrica y hoja de campo
Peso de cien granos	Se determinaron el peso de 100 granos de maíz corregido al 14% de humedad, se deberá realizar tres muestras por cada método de fertilización.	kg/ha	Pesa digital y hoja de campo
Rendimiento del grano	Se tomaron una muestra de granos y se realiza la prueba de humedad inicial.	kg/ha	Hoja de campo
Plantas y mazorcas cosechadas	Se registraron el número total real de plantas y mazorcas por parcela al momento de la cosecha.	Unidad	Hoja de campo
Número de granos por hilera	Se tomó una muestra de 5 mazorcas por unidad experimental.	gramos	Hoja de campo y calculadora
Registro de costos	Se llevaron registros de los costo producción por cada método fertilización.	U\$	Ficha de costo y calculadora

5.4. Definición de variables con su operacionalización

5.4.1. Número de plantas Iniciales

Consistió en contabilizar el número de plantas emergidas por unidad experimental, esta actividad se deberá realizar a los siete días de emergido el cultivo.

5.4.2. Altura de la planta

Según (Fuentes López, 2013) la planta de maíz se mide de la base del suelo hasta donde inicia la espiga. Esta lectura se realizó posterior a la floración masculina. En este momento la planta de maíz deja de crecer.

Según International Board for Plant Genetic Resources (IBPGR, 1991) Se mide desde el suelo hasta la base de la espiga, después del estado lechoso.

Se midieron 5 plantas por unidad experimental y se tomara como medida el promedio.

5.4.3. Peso de 100 granos

Se determinó el peso de 100 granos de maíz corregido al 14% de humedad, se realizó tres muestras por cada método de fertilización, posteriormente se promedió el peso de las tres muestras. Esta variable se tomó al momento de la cosecha de la parcela.

5.4.4. Rendimiento de grano

Para determinar el rendimiento de grano, se pesaron las mazorcas de la parcela útil de cada unidad experimental es decir 3 surcos, sin pesar la planta de inicio y final del surco de la unidad experimental para evitar errores por acción del medio ambiente, se tomó una muestra de granos y se realizó la prueba de humedad inicial; posteriormente se transformaron los pesos en libras a kg/ha^{-1} homogenizando la muestra al 14% de humedad. Se homogenizaron a humedad del 14 % con la siguiente fórmula:

$$Pf= Pi (100-Hi) /86 x 0.8$$

Donde:

Pf= Peso Final

Pi= Peso Inicial

Hi= Humedad Inicial

0.8= Coeficiente de desgrane.

$$0-Hi) /86 x 0.8$$

86= (100-Hf); en este caso Hf es la humedad final que equivale a 14 %. Esta variable se toma al momento de la cosecha de la parcela.

El rendimiento se expresará en kilogramos por hectárea.

5.4.5. Plantas y mazorcas cosechadas

Se registró el número total real de plantas y mazorcas por parcela al momento de la cosecha.

5.4.6. Número de granos por hilera

Se tomó una muestra de 5 mazorcas por unidad experimental y se escogerá una hilera recta por cada una, se contará los granos de la base al punto y se promediarán los datos.

5.4.7. Registro de costos

Se llevó registro de los costos de producción por cada método de fertilización en cada uno de los tratamientos estos deberán registrarse diariamente en formato ya establecido, de aquí se calculó los costos de producción y la generación de utilidades, calculando también el costo de producción por quintales.

5.5. Manejo del ensayo

Al momento de la siembra se aplicó diferentes dosis de fósforo de acuerdo a los tratamientos y 12-30-10 para el testigo; Urea se aplicará a todos los tratamientos a razón de 63.63 kg/ha, 31.81 kg/ha a los 25 días después y el otro a los 45 días después de la emergencia. Se aplicó a la semilla las micorrizas en polvo a razón del 10 % del peso de la semilla.

La distancia de siembra a utilizada fue de 80 cm entre surco y 25 cm entre planta, depositando 2 semilla por golpe raleando a una planta a los 15 días de germinado.

Se realizaron aplicaciones de productos agroquímicos para prevenir el ataque de plagas y enfermedades en el cultivo, las aplicaciones se realizaron de manera foliar a los 15, 20, 30 y 45 días después de germinado. Los productos utilizados fueron Carbendazim SC, Citronol, Biocontrol Affix y Engeo. El control de malezas se realizó durante todo el ciclo del cultivo de manera cultural, la cosecha se hizo de forma manual a la manera tradicional del productor.

5.5.1. Distribución de los tratamientos de ensayo

Tabla 2. Distribución de los tratamientos de ensayo

Tratamiento	Descripción de los tratamientos	Repeticiones			
		I	II	III	IV
1	a ₁ : UREA 129.07 kg/ha + Micorrizas	101	204	304	401
2	a ₂ : UREA 129.07 kg/ha + 12-30-10 64.53 kg/ha + Micorrizas	102	203	303	404
3	a ₃ : UREA 129.07 kg/ha + 12-30-10 129.07kg/ha + Micorrizas	103	201	302	403
4	a ₄ : UREA 129.07 kg/ha	104	205	306	402
5	a ₅ : UREA 129.07 kg/ha + 12-30-10 64.53 kg/ha	105	206	305	406
6	a ₆ : UREA 129.07 kg/ha + 12-30-10 129.07kg/ha (Testigo).	106	202	301	405

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1. Plantas cosechadas

Para la variable número de plantas cosechadas se presenta una sola categoría estadística todos los tratamientos se comportaron de manera similar, el tratamiento 1 (UREA 129.07 kg/ha + Micorrizas), se cosecharon 18 plantas, el tratamiento 2 (UREA 129.07 kg/ha + 12-30-10 64.53 kg/ha + Micorrizas) presenta 22 plantas cosechadas, el tratamiento 3 (UREA 129.07kg/ha + 12-30-10 129.07kg/ha + Micorrizas), 19 plantas, los tratamientos 4, 5 y 6 (UREA 129.07kg/ha; UREA 129.07 + 12-30-10 64.53 kg/ha y Testigo) presentan 21 plantas cosechadas, (Figura 1)

La simbiosis conocida como micorriza, es un consorcio entre las raíces de ciertas plantas y algunos hongos; con este tipo de asociación las plantas exhiben mayor crecimiento y rinden más que las no colonizadas, pero no incide en el número de plantas cosechadas.

En un estudio realizado por Bolleta, Rodríguez y Krugger (2005), se encontró que las plantas de trigo inoculadas con hongos micorrízicos mejoraron la absorción de nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, cobre y zinc en el estadio de espigamiento. Este incremento fue más importante con menor disponibilidad de agua en el suelo. Además, en los tratamientos inoculados se observó mayor número de espigas m², peso de mil granos y rendimiento; estas respuestas fueron similares al tratamiento fertilizado. Por otro lado, las plantas micorrizadas mejoraron la eficiencia en el uso de agua del suelo en los años con bajas precipitaciones. Por último, los hongos micorrízicos cumplen un rol importante en condiciones de campo, incrementando la habilidad competitiva de las plantas hospedantes durante momentos de déficit hídrico.

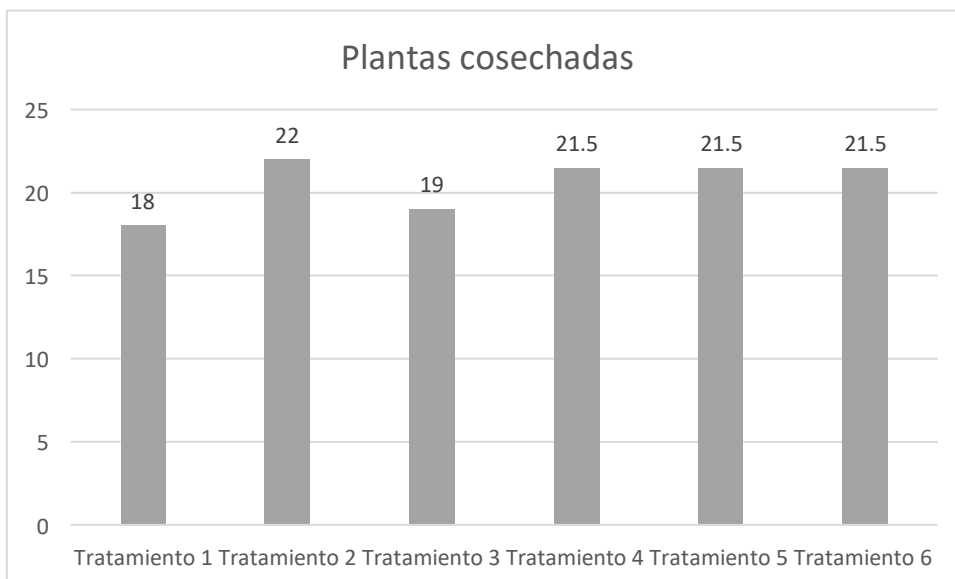


Figura 1. Plantas cosechadas

6.2. Mazorcas cosechadas

Para la variable número de mazorcas cosechadas se presenta una sola categoría estadística todos los tratamientos se comportaron de manera similar, el tratamiento 1 (UREA 129.07 kg/ha + Micorrizas), se cosecharon 18 mazorcas, el tratamiento 3 (UREA 129.07 kg/ha + 12-30-10 129.07 kg/ha + Micorrizas), 19 plantas, el tratamiento 5 (UREA 129.07 kg/ha + 12-30-10 64.53 kg/ha), 21.25 mazorcas cosechadas, el tratamiento 6 y 4 (UREA 129.07 kg/ha + 12-30-10 129.07 kg/ha (Testigo) y UREA 129.07 kg/ha) con 21.5 mazorcas cosechadas respectivamente y el tratamiento 2 (UREA 129.07kg/ha + 12-30-10 64.53 kg/ha + Micorrizas 2 qq/mz + 1 qq/mz 12-30-10 + Micorrizas) con 22 mazorcas cosechadas.

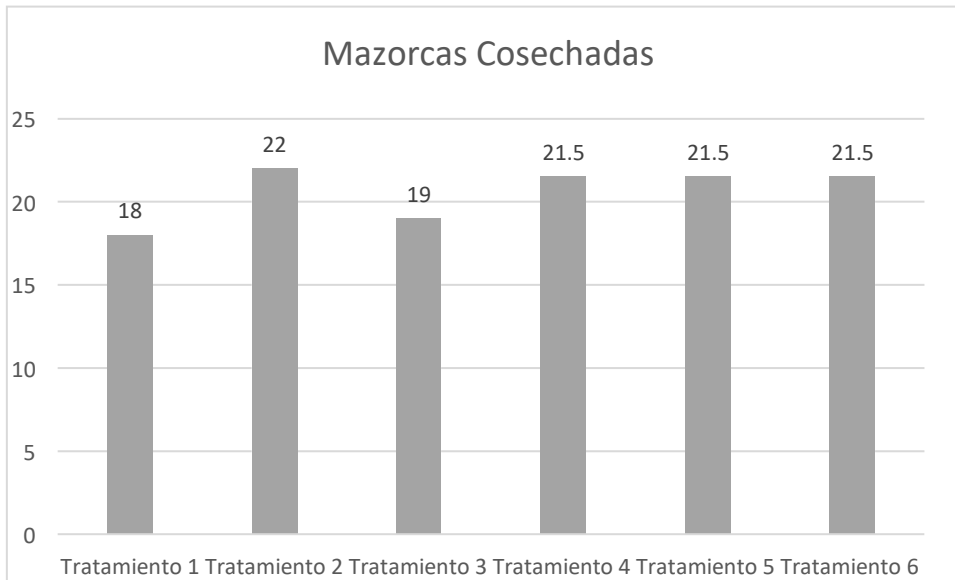


Figura 2. Mazorcas cosechadas

Mediante la inoculación con micorrizas y el agregado de fertilizantes químicos se logro incrementar significativamente los rendimientos del cultivo de maíz, pero no así el número de mazorcas cosechadas. Dicho incremento alcanzó en promedio al 9 % en el caso de la inoculación y un rango del 13% al 21 % por el agregado de fertilizantes (Ferraris y Courelot, 2006).

La mayoría de estudios realizados sobre la asociación de micorrizas arbusculares (MA, *Phylum Glomerulomycota*) más plantas se han realizado en cereales y pastos, los resultados obtenidos han demostrado incrementos en peso seco total, concentración de nitrógeno en follaje y grano, número total de espigas, espigas fértiles y mazorcas, una floración y aparición de espigas más temprana, incremento en el número de espigas y granos por espiga, plantas más grandes e incremento en el tamaño de la hoja y tasas de germinación más altas (Albrecht, 1981).

Tabla 3. Número de mazorcas cosechadas

No de tratamiento	Tratamientos	Medias	n	E.E.	Categoría
1.00	UREA 129.07 kg/ha + Micorrizas	18.00	4	1.27	A
3.00	UREA 129.07 kg/ha + 12-30-10 129.07kg/ha + Micorrizas	19.00	4	1.27	A
5.00	UREA 129.07 kg/ha + 12-30-10 64.53 kg/ha	21.25	4	1.27	A
6.00	UREA 129.07 kg/ha + 12-30-10 129.07kg/ha (Testigo)	21.50	4	1.27	A
4.00	UREA 129.07 kg/ha	21.50	4	1.27	A
2.00	2 UREA 129.07 kg/ha + 12-30-10 64.53 kg/ha + Micorrizas	22.00	4	1.27	A

Al evaluar la inoculación con micorrizas en maíz bajo diferentes ambientes de fertilidad mediante la inoculación con micorrizas y el agregado de fertilizantes químicos lograron incrementar significativamente los rendimientos del cultivo de maíz, pero no así el número de mazorcas cosechadas. Dicho incremento alcanzó en promedio al 9 % en el caso de la inoculación y un rango del 13% al 21 % por el agregado de fertilizantes (Ferraris y Courelot, 2006).

La mayoría de estudios realizados sobre la asociación de micorrizas arbusculares (MA, *Phylum Glomerulomycota*) más plantas se han realizado en cereales y pastos, los resultados obtenidos han demostrado incrementos en peso seco total, concentración de nitrógeno en follaje y grano, número total de espigas, espigas fértiles y mazorcas, una floración y aparición de espigas más temprana, incremento en el número de espigas y granos por espiga, plantas

mas grandes e incremento en el tamaño de la hoja y tasas de germinacion mas altas (Albrecht, 1981).

6.3. Altura de la planta

Para el estudio de la variable altura de la planta se indica la variedad de semilla de maíz utilizada en el establecimiento del ensayo necesaria a la hora de realizar el análisis estadístico, esta corresponde a la variedad mejorada NB-9043 que proviene de la población Catacamas 9043 y fue introducida por el Programa Regional de Maíz (PRM) y el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) en convenios de colaboración con Nicaragua, generalmente en esta variedad se presentan rangos de altura entre 220 y 225 centímetros.

Para el estudio de la variable altura de la planta se presenta una sola categoría estadística, todos los tratamientos se comportaron de manera similar, el tratamiento 4 (UREA 129.07 kg/ha), presento una altura de 72 centímetros, el tratamiento 3 (UREA 129.07 kg/ha + 12-30-10 129.07kg/ha + Micorrizas), 74.25 centímetros, el tratamiento 1 y 5 (UREA 129.07 kg/ha + Micorrizas y UREA 129.07 kg/ha + 12-30-10 64.53 kg/ha), con 75.75 centímetros respectivamente, el tratamiento 2 (UREA 129.07 kg/ha + 12-30-10 64.53 kg/ha + Micorrizas) con 80.50 centímetros y el tratamiento 6 (UREA 129.07 kg/ha + 12-30-10 129.07kg/ha (Testigo) con 84.75 centímetros (Figura 2).

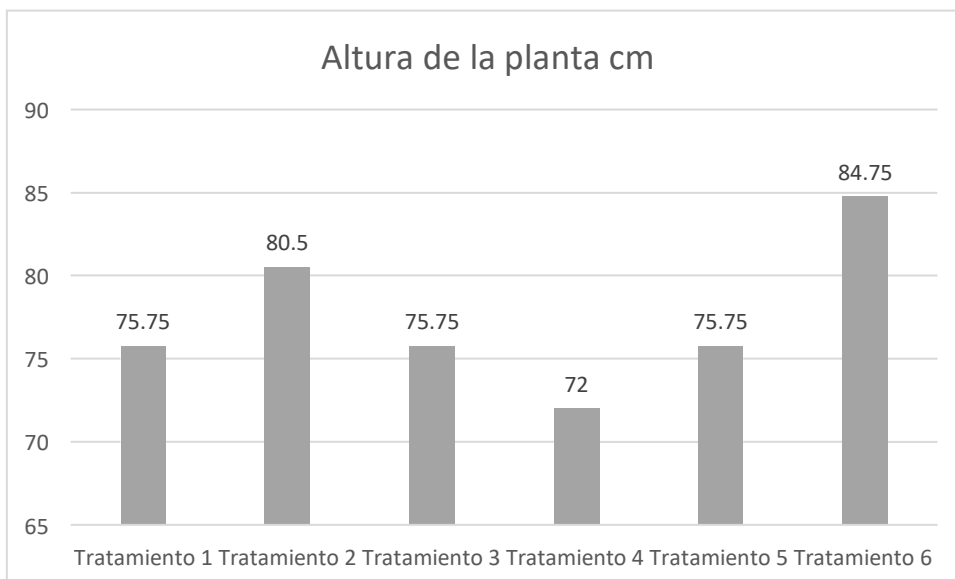


Figura 3. Altura de la planta

Algunos estudios sugieren que determinadas especies empleadas en control biológico pueden ser compatibles con las micorrizas y en consecuencia pueden ser aplicadas conjuntamente en el mismo inóculo, con la finalidad de incrementar el crecimiento vegetal en términos de rendimiento y sanidad. Por ejemplo, no se han encontrado efectos negativos de *Gliocladium virens* sobre HFMA, a pesar del notable efecto deletéreo que éste ejerce sobre hongos fitopatógenos (Paulitz T, 1991)

En trabajo de fertilización fosfatada e inoculación de micorrizas en maíz, encontramos que la fertilización fosfatada incrementó el rendimiento del cultivo, mientras que las mayores respuestas y eficiencias se encontraron cuando esta fue combinada con micorrizas. Si bien estas prácticas no resultan habituales constituyen herramientas que pueden contribuir a mejorar los rendimientos de los cultivos, no encontraron efecto en la altura de la planta (Álvarez, Barraco, Sciarca, 2003).

6.4. Humedad del grano

Para la variable humedad del grano se presenta una sola categoría estadística todos los tratamientos se comportaron de manera similar, el tratamiento 2 (UREA 129.07 kg/ha + 12-30-10 64.53 kg/ha + Micorrizas) presento una humedad del 17 %, el tratamiento 6 (UREA 129.07 kg/ha + 12-30-10 129.07 kg/ha (Testigo) 17.5 % de humedad, el tratamiento 5 (UREA 129.07 kg/ha + 12-30-10 64.53 kg/ha) 17.75 %, el tratamiento 3 (UREA 129.07 kg/ha + 12-30-10 129.07 kg/ha + Micorrizas) 18 %, el tratamiento 1 (UREA 129.07 kg/ha + Micorrizas) 18.25 % y el tratamiento 4 (UREA 129.07 kg/ha) 18.5 % de humedad. (Figura 3)

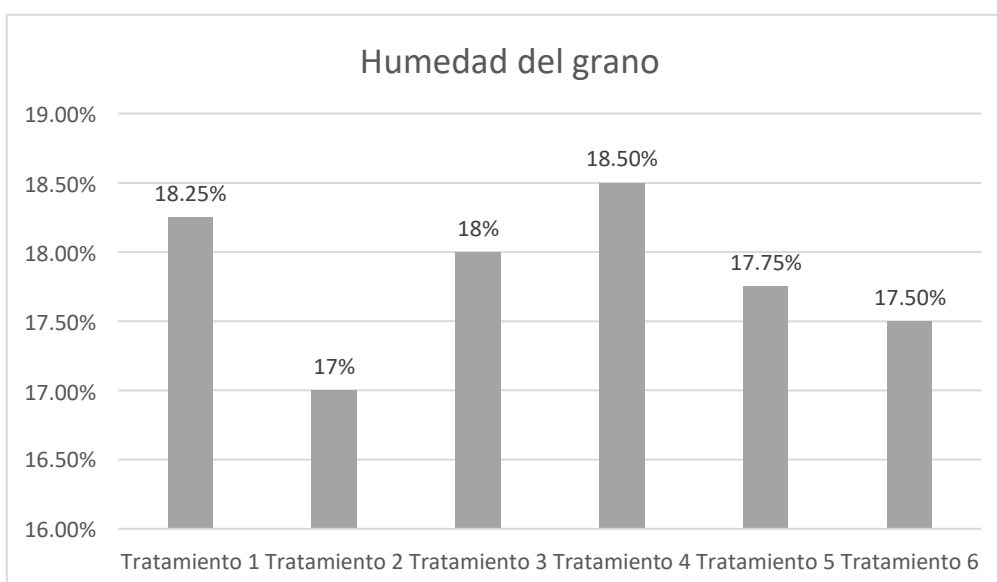


Figura 4. Humedad del grano

Diversas investigaciones han demostrado que no hay efecto de las micorrizas sobre la humedad de los granos tales como *Phaseolus vulgaris*, *prunus avium*, *Camellia japonica*, *Nicotiana tabacum*, *Sinapis alba*, plantas maderables y algunos cereales (Albrecht, 1981)

6.5. Granos por hileras

Para la variable granos por hileras se presenta una sola categoría estadística todos los tratamientos se comportaron de manera similar, el tratamiento 1 (UREA 129.07 kg/ha + Micorrizas) presento 23.75 granos por hileras, el tratamiento 5 (UREA 129.07 kg/ha + 12-30-10 64.53 kg/ha), 26 granos, el tratamiento 2 (UREA 129.07 kg/ha + 12-30-10 64.53 kg/ha

+ Micorrizas), 26.50 granos, el tratamiento 4 (UREA 129.07 kg/ha) 26.75 granos, el tratamiento 6 (UREA 129.07 kg/ha + 12-30-10 129.07 kg/ha (Testigo) 27.5 granos y el tratamiento 3 (UREA 129.07 kg/ha + 12-30-10 129.07kg/ha + Micorrizas) presento 28.25 granos por hilera (Figura 4).

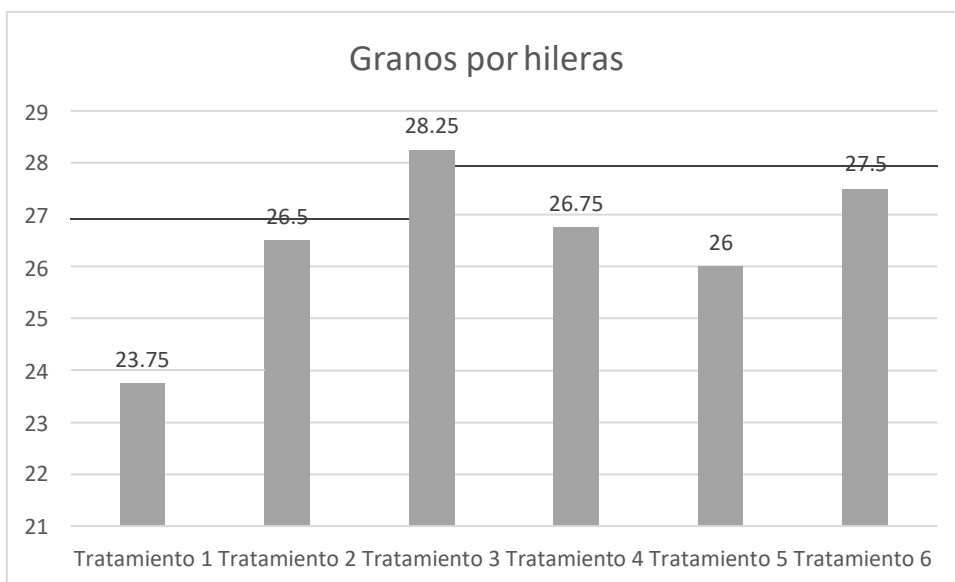


Figura 5. Granos por hileras

En tomate de invernadero y en cereales hay diferentes estudios que enfatizaron las ventajas que tiene la inoculación micorrizica al incrementar la nutrición mineral, el tamaño de fruto y el rendimiento (Al-Karaki, 2006).

Para el caso de *Trichoderma sp.*, se ha demostrado que diferentes especies pueden mejorar el desarrollo del simbionte micorrizico y que esta interacción tiene influencia sobre el crecimiento de la planta hospedera (Calvet C, 1993).

6.6. Peso de 100 granos

Para la variable peso de 100 granos se presenta una sola categoría estadística todos los tratamientos se comportaron de manera similar, el tratamiento 4 (UREA 129.07 kg/ha) presento un peso de 29 gramos, el tratamiento 5 (UREA 129.07 kg/ha + 12-30-10 64.53 kg/ha), 30.5 gramos, el tratamiento 2 (UREA 129.07 kg/ha + 12-30-10 64.53 kg/ha +

Micorrizas) 30.50 gramos, el tratamiento 6 (UREA 129.07 kg/ha + 12-30-10 129.07 kg/ha (Testigo), 34.00 gramos, el tratamiento 3 (UREA 129.07 kg/ha + 12-30-10 129.07 kg/ha + Micorrizas), 35.75 gramos y el tratamiento 1 (UREA 129.07 kg/ha + Micorrizas) presento un peso de 37 gramos (Figura 5).

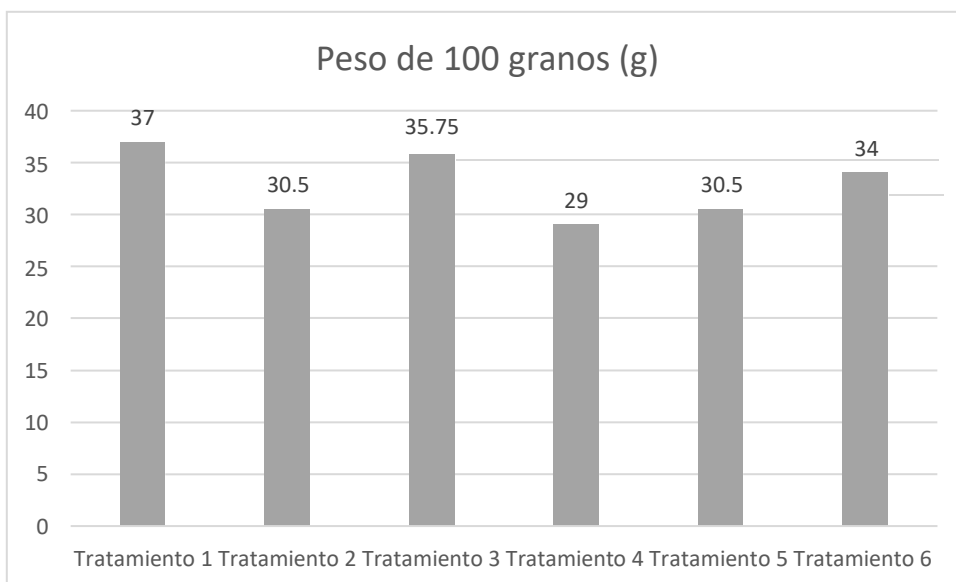


Figura 6. Peso de 100 granos

Uno de los mecanismos naturales que contribuiría en el manejo sostenible del palmito (*Bactris gasipaes*) y cultivo de cereales es la asociación de la planta con hongos micorrizicos, aumentando el peso de los granos. Las micorrizas son tan antiguas como las propias plantas y se conoce su existencia desde hace más de cien años; estimándose que aproximadamente el 95% de las especies vegetales conocidas se establecen de forma natural y constante este tipo de simbiosis con hongos del suelo (Hernández A, 1999)

Las micorrizas arbusculares (MA *Phylum Glomerulomycota*) participan en la absorcion de fosforo del suelo, mejoran la nutricion tanto en plantas como en el suelo, contribuyen con la absorcion de minerales, participan en el aumento de la tasa fotosintetica, redistribucion del carbon fijado hacia las raices, aumento en biomasa y por tanto estabilidad en el suelo (Linderman R G, 1992)

6.7. Prueba de Kruskal Wallis para la variable Rendimiento (kg)

Para la variable de rendimiento se presentó incidencia de datos no normales por lo que fue necesario realizar la prueba de Kruskal Wallis donde el tratamiento 5 (UREA 129.07 kg/ha + 12-30-10 64.53 kg/ha y Testigo) presentaron un rendimiento de 2.79 kilogramos, el tratamiento 4 (UREA 129.07 kg/ha) 1.95 kilogramos, el tratamiento 3 (UREA 129.07 kg/ha + 12-30-10 129.07 kg/ha + Micorrizas) 1.80 kilogramos, el tratamiento 2 (UREA 129.07 kg/ha + 12-30-10 64.53 kg/ha + Micorrizas) 1.72 kilogramos y el tratamiento 1 (UREA 129.07 kg/ha + Micorrizas) con 1.70 kilogramos. (Tabla 3)

Tabla 4. Prueba de Kruskal Wallis para la variable Rendimiento (kg)

Variable	Tratamientos	<i>N</i>	<i>Medias</i>	<i>D.E.</i>	<i>Medianas</i>	<i>H</i>	<i>p</i>
Rendimiento (kg)	1	4	1.70	0.40	1.75	4.12	0.5325
	2	4	1.72	0.48	1.57		
	3	4	2.11	0.42	1.77		
	4	4	1.14	0.29	2.21		
	5	4	1.80	0.30	1.87		
	6	4	1.95	0.26	1.95		

El uso de microorganismos benéficos en la agricultura juega un papel importante para la sostenibilidad de los ecosistemas; es así como la agricultura moderna ha ido incrementando el uso de microorganismos benéficos, tales como: bacterias promotoras de crecimiento vegetal, bacterias fijadoras de nitrógeno, microorganismos solubilizadores de fosfato y hongos micorrizicos arbusculares, por ende, aumentando los rendimientos de los diferentes cultivos como el maíz (MA). (INTA, 2010).

6.8. Análisis económico de los tratamientos

Se evaluó el costo económico de los tratamientos a partir de los resultados de los experimentos, se procedió a generar el costo variable a una cantidad por tratamiento por hectárea.

Como podemos observar en la tabla 5, el tratamiento 3 (UREA 129.07kg/ha + 12-30-10 129.07 kg/ha + Micorrizas) es el que obtuvo el mejor rendimiento con 1198.86 kg por hectárea, seguido del tratamiento 6 (UREA 129.07kg/ha + 12-30-10 129.07 kg/ha (Testigo), con 1107.95 kg. (Tabla 5).

Tabla 5. Rendimiento por hectárea (libras)

Tratamiento	Rendimiento por hectárea (kg)
T1: UREA 129.07 kg/ha + Micorrizas	965.9
T2: UREA 129.07 kg/ha + 12-30-10 64.53 kg/ha + Micorrizas	977.27
T3: UREA 129.07 kg/ha + 12-30-10 129.07 kg/ha + Micorrizas	1198.86
T4: UREA 129.07 kg/ha	647.72
T5: UREA 129.07 kg/ha + 12-30-10 64.53 kg/ha	1022.72
T6: UREA 129.07 kg/ha + 12-30-10 129.07 kg/ha (Testigo)	1107.95

Se realizó el análisis de costo para los tratamientos donde el tratamiento con mayor costo por hectárea fue el Tratamiento 3 (UREA 129.07 kg/ha + 12-30-10 129.07 kg/ha + Micorrizas) con U\$ 265.76, el tratamiento con menor costo fue el tratamiento 1 (UREA 129.07 kg/ha + Micorrizas) con U\$ 234.09 (Tabla 6).

Tabla 6. Costo por tratamiento

Tratamiento	Costos U\$
T1: UREA 129.07 kg/ha + Micorrizas	234.09
T2: UREA 129.07kg/ha + 12-30-10 64.53 kg/ha + Micorrizas	257.12
T3: UREA 129.07 kg/ha + 12-30-10 129.07 kg/ha + Micorrizas	265.76
T4: UREA 129.07 kg/ha	254.24
T5: UREA 129.07 kg/ha + 12-30-10 64.53 kg/ha	254.24
T6: UREA 129.07 kg/ha + 12-30-10 129.07 kg/ha (Testigo)	262.88

Como se observa en la tabla 7 el tratamiento 3 (UREA 129.07 kg/ha + 12-30-10 129.07 kg/ha + Micorrizas), es el que presenta el mejor beneficio costo con 0.43, esto nos quiere decir que de cada dólar invertido obtendremos una utilidad de 43 centavos dólar. En segundo lugar está el (tratamiento 6) con 0.31, esto nos quiere decir que de cada córdoba invertido obtendremos una utilidad de 31 centavos (Tabal 7).

Tabla 7. Relación Beneficio Costo

Tratamiento	Rendimiento por hectárea (libras	Precio de venta C\$	Ingreso total	Costo U\$	Beneficio U\$	Relación beneficio costo
T1 UREA 129.07 kg/ha + Micorrizas	2125	5	305.93	234.09	71.84	0.31
T2: UREA 129.07kg/ha + 12-30-10 64.53 kg/ha + Micorrizas	2150	5	309.53	257.12	52.40	0.20
T3: UREA 129.07 kg/ha + 12-30-10 129.07 kg/ha + Micorrizas	2637.5	5	379.71	265.76	113.95	0.43
T4: UREA 129.07 kg/ha	1425	5	205.15	254.24	-49.09	-0.19
T5: UREA 129.07 kg/ha + 12-30-10 64.53 kg/ha	2250	5	323.92	280.16	69.68	0.24
T6: UREA 129.07 kg/ha + 12-30-10 129.07 kg/ha (Testigo)	2437.5	5	350.92	262.88	88.03	0.33

VII. CONCLUSIONES

Los tratamientos en los que se incluyó el uso de micorrizas no mostraron resultados significativos con respecto a los que se manejaron de con fertilizante convencional, en aspectos vegetativos del cultivo como altura de la planta y número de plantas cosechadas.

El tratamiento 3 (UREA 129.07 kg/ha + 12-30-10 129.07 kg/ha + Micorrizas) es en el que se obtuvo mejor rendimiento en peso de grano.

El uso de micorrizas tiene relación con la salud biológica y fertilidad del suelo, ayudan a que haya una simbiosis entre minerales, planta y suelo, es una muy buena opción ya que fue una de las cual mejor se adaptan, esto porque según los resultados del tratamiento 3 se comportó y se logró una mejor ganancia a la hora de cosecha.

El impacto ambiental es positivo ya que las micorrizas mejoran la calidad del suelo mediante la descomposición de materia orgánica.

El resultado económico de la implementación de micorrizas en con respecto a diferentes niveles de fertilización fosforica aplicada en el cultivo de maiz encontramos que el tratamiento tres (UREA 129.07 kg/ha + 12-30-10 129.07 kg/ha + Micorrizas), es el que presenta el mejor beneficio costo con 0.43, esto nos quiere decir que de cada córdoba invertido obtendremos una utilidad de 43 centavos.

VIII. RECOMENDACIONES

Evaluar el uso de micorrizas con un programa de fertilización más intensivo, con el fin de analizar los efectos benéficos que tiene en los cultivos.

Ampliar el estudio de micorrizas, desarrollando investigaciones donde se incluyan en la fertilización de otros cultivos de importancia económica como cereales y hortalizas.

Evaluar los aspectos fisiológicos de las micorrizas, así como también factores bióticos y abióticos que pueden influir o impactar en el efecto que tienen sobre determinado cultivo en variables de estudio como rendimiento y nutrición.

El uso de micorrizas ayuda a reducir el estrés hídrico, ya que éstas también nos brindan herramientas para frenarlo, debemos tener en cuenta que beneficios aportan para bajar las alteraciones que se provocan por falta de agua o incluso incrementar la superficie de las raíces para captar nutrientes que de forma natural la planta no podría obtener.

Se recomienda a productores, el seguimiento del itinerario técnico con el acompañamiento y asesoría técnica en el manejo agronómico del cultivo del maíz, esto es una condición importante y necesaria para el éxito de la actividad productiva.

Para incrementar los rendimientos productivos y hacer una actividad económica rentable es necesario realizar cambios en el manejo del cultivo tales como: Utilización de variedades de semilla más resistente y utilizar herramientas que permitan mejorar la producción de forma sostenible por ejemplo la utilización de micorriza como complemento a la fertilización que realiza tradicionalmente el agricultor dentro de sus cultivos para lo cual recomendamos UREA 129.07 kg/ha + 12-30-10 129.07 kg/ha + Micorrizas.

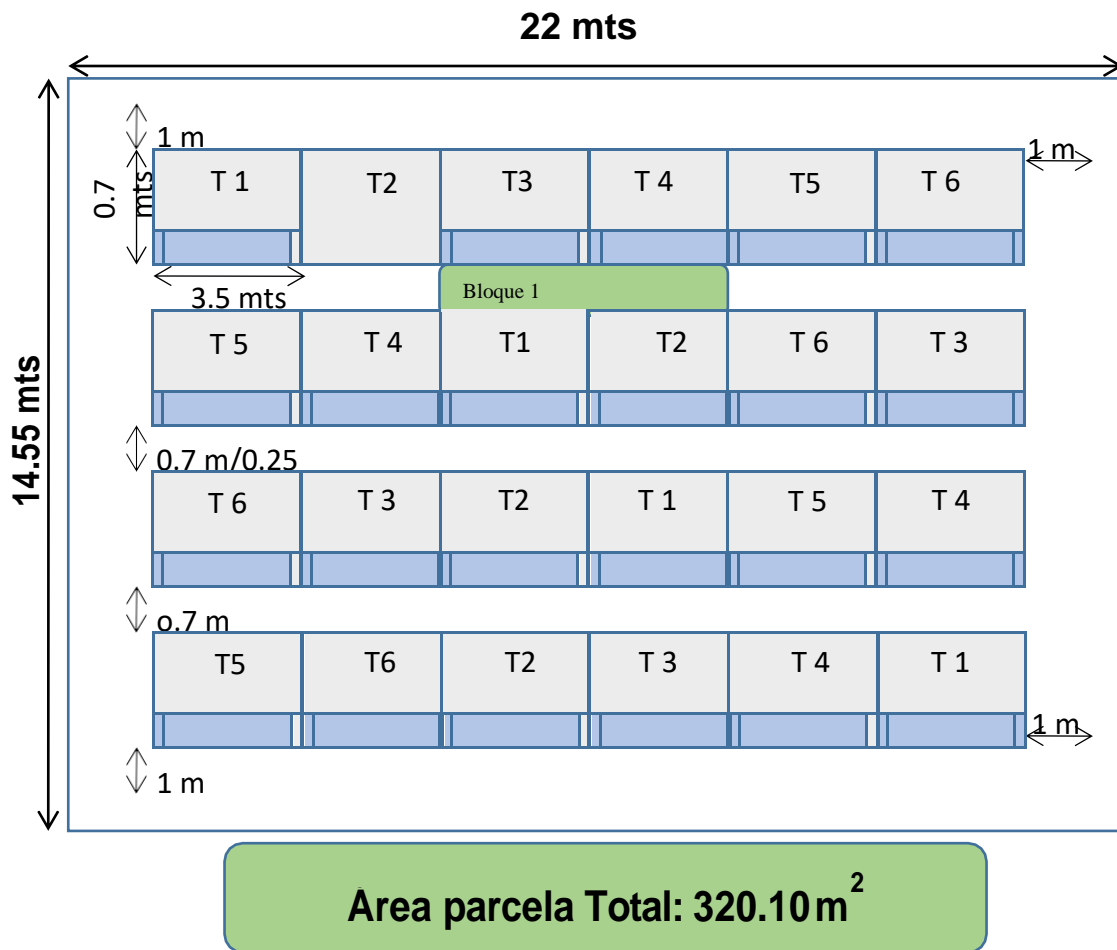
IX. BIBLIOGRAFIA

- Albrecht, S. Y. (1981). Nitrogen fixation by corn. *Azospirillum associations in a temperate climate*. Obtenido de Corp Sci. 21:301-306
- Al-Karaki. (2006). Nursery inoculation of tomato with arbuscular mycorrhizal fungi and subsequent performance under irrigation with salinewater. Obtenido de Sci.Hort 109:1-7
- Azcon, A. C. (1992). Interactions between mycorrhizal fungi and other rhizosphere microorganisms. *Mycorrhizal functioning and integrative plant fungal process*, 163-168. New York: by M.F Allen Chapman and Hall.
- Calvet C, B. J. (1993). Growth Response of Marigold (*Tagetes erecta* L.) to inoculation with glomus mosseae. *trichoderma aureoviride and pythium ultimum in a peat-perlite Mixture. plant soil*, 48.
- Ezawa T, Y. K. (2000). Species composition and spore density of indigenous vesicular-arbuscular. *mycorrhizal fungi under different conditions of P-fertility as revealed by soybean trap culture*, 46, 291-297. Sci. plant nutr.
- Fuentes López. (2013). Programa Colaborativo de Fitomejoramiento Participativo en Mesoamérica. *Descriptores del Maíz (2da Ed.)*, 2. Guatemala.
- Gianinazzi, S. u. (1994). Impact of Arbuscular Mycorrhizas on Sustainable Agriculture and Natural Ecosystems. Birkhäuser Verlag, 226.
- Hayman, D. S. (1987). *mycorrhizas in field crop systems*". In: *Ecophysiology of VA micorrhizal Plants*. (Vol. VA). Boca raton, Florida: CRC Press.
- Hernández A, J. J. (1999). nueva version de la clasificacion genetica de los suelos de Cuba. 45. Cuba, Habana: Instituto Nacional de suelos.
- INTA. (2010). *Cultivo del maiz . guia tecnologica de maiz (zea mays)*. Obtenido de <http://www.inta.gob.ni/biblioteca/images/pdf/guias/GUIA%20MAIZ%202010%20DA%20EDICION.pdf>
- Jackson, R. M. y P. A. Mason, Edward Arnold,. (1984). Mycorrhiza. 60.
- Lanfranco L, W. P. (1995). Generation of RAPD-PCR primers for the identifications of isolates of glomus mosseae and arbuscular mycorrhizal fungus. *molecular ecology*(80), 622-629.
- Le Tacon, F. (1985). "Las micorrizas: una cooperación.
- Linderman R G. (1992). Vesicular arbuscular mycorrhizae and soil microbial interactions. *in my corrhizae in sustainable agriculture*(54), 45-70.

- Martin, G. M. (2015). Influencia de la inoculación micorrízica en los abonos verdes. *Efecto sobre el cultivo principal. Estudio de caso: El maíz. Cultivos Tropicales*, 6(34\50).
- Noda, e. a. (2009). Las Micorrizas: una alternativa de fertilización ecológica en los pastos. . *Pastos y forrajes*, 32(2). Obtenido de Noda, Y.(2009). Las Micorrizas: una alternativa de fertilización ecológica en los pastos. *Pastos y forrajes*, Vol. 32. Nú <http://web.b.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?sid=6efe47b1-3c9e-4653-a580-644d3aac7ea3%40sessionmgr114&vid=9&hid=>
- Noda, Y. (2009). Las Micorrizas. *una alternativa de fertilización ecológica en los pastos. Pastos y forrajes*, 32(2). Obtenido de <http://web.b.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?sid=6efe47b1-3c9e-4653-a580-644d3aac7ea3%40sessionmgr114&vid=9&hid=>
- Paulitz T, & Linderman R. (1991). Lack of Antagonism Between the Biocontrol Agent *Gliocladium virens* and vesicular arbuscular Mycorrhizal fungi. *New phytologist*. Obtenido de 117(2):303-308
- Peterson R.L, H. M. (2004). Arbuscular mycorrhizas.
- Plenchette C, J. F. (1983). *Growth response of several plants species*. *Plant Soil*.
- Subraman KS, C. C. (1998). Arbuscular mycorrhizae and nitrogen assimilation maize after drought and recovery. *Physiologia plantarum*, 285-296.

X. ANEXOS

Anexo 1 .Modelo del diseño experimental (BCA)



Anexo 2. Presupuesto

Insumo		UM	Cant.	Costo Unitario	Costo Total U\$
Nombre comercial	Nombre genérico				
Semilla					
Semilla Sexual					
Maíz NB 9043	Maíz NB 9043	kg	6.81	1.58	10.75
Insumos					
Fertilizantes					
Completo 12-30-00	Fertilizante Completo 12-30-10	kg/ha	1	25.91	25.91
Fertilizante 00-46-00 (SFT)	Fertilizante 00-46-00 (SFT)	kg/ha	1	31.67	31.67
Urea 46%	Nitrógeno Al 46%	kg/ha	1	23.03	23.03
Mico – Fert	Micorrizas	kg	5	14.39	71.95
Insecticidas					
Biocontrol affix 50 sl	Sales Potásicas Ácidos Grasos De Aceite De Palma 50%	lt	2	7.19	14.38
Engeo	Thiamethoxan+ Lambdacialotrina	0.1lt	2	10.07	20.14
Fungicidas					
Desoral 50 SC	Carbendazim	lt	1	5.76	5.76
Citronol	Fungicida Y Bactericida A Base De Extracto De Semilla De Cítrico	lt	1	12.96	12.96
Material de campo					
Lienza De Nylon 1cm De Diámetro Y 100 M De Largo	Lienza De Nylon De 1centímetro De Diámetro Y 100 M De Largo	Unidad	1	28.79	28.79
Sacos Quintaleros	Sacos De Polipropileno Trenzado Quintal	Unidad	30	0.23	6.90

Plásticos					
Bolsas Plásticas De 25 Libras	Bolsas Plásticas Transparentes De 25 Libras	Unidades	100	0.086	8.6
Bolsas Plásticas De 2 Libras	Bolsas Plásticas Transparentes De 2libras	Paquete/100	1000	0.0057	5.7
TOTAL					266.60

Anexo 3. Análisis de suelo

INFORME DE ANÁLISIS

Cliete: PRODECOOP **Lugar muestreo:** Finca: El Guazimo, Comunidad Teocintal Arriba,

Dirección: Esquina de los Bancos 1/2 Cuadra oeste Esteli **Munic./Depto.:** Guasimo

Nombre muestra: Propietario: Ruth Merary Garcia Acuña **Fecha muestreo:** 21/04/2016
Cooperativa: Teocintal R.L, Cultivo: Café

Descripción muestra: Suelo

Fecha ingreso: 23/04/2016 **Fecha informe:** 13/05/2016

Ref. laboratorio: Su-2061-16 **Muestreado por:** Cliente

Número de muestreo:

Análisis	Unidad	Resultado
Aluminio Intercambiable	meq/100g	<0.1
Densidad Aparente	g/ml	1.11
Arcilla	%	10.12
Limo	%	26.36
Arena	%	63.52
Textura	-	Franco Arenoso
Ca+Mg K	-	46.40
Ca/Mg	-	3.71
Ca K	-	36.53
Mg K	-	9.85

LABORATORIOS QUÍMICOS S.A.
LAQUISA

INFORME DE ANÁLISIS

Cliete: PRODECOOP **Lugar muestreo:** Finca: El Guazimo, Comunidad Teocintal Arriba,

Dirección: Esquina de los Bancos 1/2 Cuadra oeste Esteli **Munic./Depto.:** Guasimo

Nombre muestra: Propietario: Ruth Merary Garcia Acuña **Fecha muestreo:** 21/04/2016
Cooperativa: Teocintal R.L, Cultivo: Café

Descripción muestra: Suelo

Fecha ingreso: 23/04/2016 **Fecha informe:** 13/05/2016

Ref. laboratorio: Su-2061-16 **Muestreado por:** Cliente

Número de muestreo:

Análisis	Unidad	Resultado
pH	-	6.00
pH(KCl)	-	5.20
Materia Orgánica	%	8.54
Nitrogeno	%	0.43
Fosforo	ppm	15.06
Sodio	meq/100g	0.30
Potasio	meq/100g	0.46

Anexo 4. Plantas iniciales



Anexo 5. Altura de Planta



Anexo 6. Mazorcas cosechadas



Anexo 7. Mazorcas cosechadas



Anexo 8. Granos por hilera



Anexo 9. Peso de cien granos.



Anexo 10. Humedad de cien granos



Anexo 11. Hoja de campo para control del ensayo

Fecha:

Parcela	Ptas/cos	Maz/cos	Maz/des	Ren/Kg	P.100 sem	Humedad	Altura cm
101							
102							
103							
104							
105							
106							
201							
202							
203							
204							
205							
206							
301							
302							
303							
304							
305							
306							
401							
402							
403							
404							
405							